

УДК 004.942:519.876

ВИЗНАЧЕННЯ КІЛЬКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ НЕБЕЗПЕКИ В ІНФОРМАЦІЙНІЙ ТЕХНОЛОГІЇ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ У НАДЗВИЧАЙНІЙ СИТУАЦІЇ

Сафонова С.О.

QUANTIFICATION OF DANGER IN THE INFORMATION TECHNOLOGY FOR SUPPORT DECISION-MAKING IN AN EMERGENCY SITUATION

Safonova S.A.

У статті запропонована методика отримання параметрів прогнозу розвитку аварійної ситуації, пов'язаної з викидом небезпечних хімічних речовин в парогазовій фазі в атмосферу з урахуванням реальних поточних умов викиду. Наведений розрахунок сектора відхилення прогнозованого зараження і визначення зони можливого ураження. Достовірність запропонованих методів підтверджена результатами верифікації. Запропонована методика застосовується для створення ефективних програмних засобів прикладної інформаційної технології підтримки прийняття рішень при техногенних катастрофах.

Ключові слова: аварійна ситуація, інформаційна технологія, математичне моделювання, сектор відхилення, зона ураження.

1. Вступ. Більшість великих промислових аварій пов'язано з потенційними загрозами персоналу підприємств, населенню прилеглих зон, довкіллю. При цьому важливу роль відіграють певні заходи, які ґрунтуються на швидкому отриманні якісної та достовірної інформації про масштаби і умови розвитку надзвичайних ситуацій.

Одним з найбільш небезпечних проявів аварій в промисловості та на транспорті є викид небезпечних хімічних речовин у парогазовій фазі і розповсюдження їх в атмосфері. Особливо небезпечний такий викид в початковій стадії протягом короткострокового періоду часу поширення «первинної» хмари.

Поширення хмари при характерних швидкостях вітру від 1 до 3 м / с протягом однієї години може здійснюватися на відстань від 4 до 12 і більше кілометрів. У більшості випадків швидкість реагування спеціальних підрозділів порівнянна або менше зазначеного часу. Заходи з евакуації або укриття людей і герметизації приміщень можуть істотно скоротити можливі негативні наслідки інгаляційного отруєння. Для ефективного прийняття

рішення необхідно в найкоротший термін отримати достовірний і повний прогноз розвитку аварійної ситуації в реальних поточних умовах. Прогноз, заснований на методиках типу [1], є застарілим і дає консервативну оцінку, згідно якої необхідне застосування значних сил і засобів для евакуації або ліквідації наслідків викиду. При точному прогнозі концентрація зусиль на дійсно небезпечній ділянці може бути більш ефективною.

Метою роботи є розробка методики отримання параметрів прогнозу розвитку аварійної ситуації, пов'язаної з викидом небезпечних хімічних речовин в парогазовій фазі в атмосферу з урахуванням реальних поточних умов викиду. На підставі отриманих кількісних показників небезпеки робиться висновок і приймаються рішення по діям в конкретних умовах, що склалися на момент аварії.

2. Основна частина. При аварії проблема моделювання полягає в стохастичному характері стану атмосфери. Тому на період прогнозу необхідно врахувати можливі коливання вітру і можливу стратифікацію атмосфери. Що стосується температури, усередненої швидкості та ландшафтного напрямку вітру, то вони не можуть значно відхилятися протягом відносно малих часів прогнозування (приблизно 1 година).

Дисперсія напрямку вітру залежить від швидкості вітру, ступеня стійкості атмосфери і часу усереднення [2, 3].

На основі обробки експериментальних даних, представлених в роботах Берлянда та Бізіної, присвячених атмосферній турбулентності, запропоновано залежності коливання напрямку розповсюдження хмари небезпечних речовин від швидкості вітру та часу усереднення. Використовуючи апроксимацію при обробці даних, ставимо у відповідність їм функцію відхилення напрямку вітру від швидкості (коефіцієнти представлені в табл.):

Таблиця

Коефіцієнти функції відхилення напрямку вітру

i	Режим стійкості атмосфери	Коефіцієнт1			Коефіцієнт2	
		m_i^1	m_i^2	m_i^3	l_i^1	l_i^2
1	Конвекція (нестійкий стан)	16,63	-0,26	0,345	0,118	8,118
2	Ізотермія (рівноважний стан)	6,858	-0,29	1,22	0,125	2,5
3	Інверсія (стійкий стан)	5,519	-0,38	0,8	0	0

де Коефіцієнт1, Коефіцієнт2 - коефіцієнти функції відхилення напрямку вітру в залежності від стану атмосфери і швидкості вітру та від часу усереднення і стану атмосфери відповідно.

$$\lambda(v) = m_i^1 \cdot \exp(m_i^2 \cdot v) + m_i^3, \quad (1)$$

де v - швидкість вітру на висоті 1 метр над поверхнею землі, м/с.

Ця швидкість розраховується згідно з профілем швидкостей [4].

Для визначення змінних в часі полів концентрацій використовується методика, запропонована в [5]. У ній середні параметри швидкості вітру беруться для висоти 10 метрів.

Відхилення куту напрямку вітру в залежності від часу усереднення пропонується визначати лінійною функцією (коефіцієнти представлені в табл.1):

$$\lambda(\tau) = l_i^1 \cdot \tau + l_i^2, \quad (2)$$

де τ - час усереднення в хвиликах.

При заданому часу усереднення і швидкості вітру загальне відхилення напрямку вітру складає (у градусах):

$$\lambda(v, \tau) = \lambda(v) + \lambda(\tau). \quad (3)$$

Апроксимація даних проводилася в середовищі Mathcad 14 застосуванням вбудованого методу нелінійної апроксимації LMA (Levenberg-Marquardt algorithm), що дозволяє одержати коефіцієнти для представлення експериментальних даних в експоненційній формі.

Поле зараження місцевості по пороговій дозі при розрахунках за методами, наведеними в [5], виглядає приблизно як еліпс.

Відношення півширини малої осі до півширини великої осі еліпса в більшості випадків приблизно дорівнює 0.2, отже половина кута розкриття сектора складе 11 градусів.

Враховуючи додаткові зміни напрямку вітру, які пов'язані з часом усереднення та швидкістю вітру, припускається визначати повний кут розкриття сектору як:

$$A(v, \tau) = (11 + \lambda(v) + \lambda(\tau)) \cdot 2. \quad (4)$$

Дані по температурі, миттєвої швидкості, напрямку вітру приймаються безперервно від метеостанції.

Середня миттєва швидкість і температура визначаються простим обчисленням середньоарифметичного значення від всіх датчиків протягом усього часу усереднення.

Середній напрям вітру при наявності n значень напрямку вітру, отриманих протягом часу усереднення τ (хв) визначається за наступним алгоритмом:

- визначається середній напрямок вітру x (град) по мінімальному відхиленню середнього значення від усіх миттєвих показників λ_i (град), отриманих протягом часу усереднення. Значення напрямку вітру отримують цілочисельними величинами в градусах;

- змінюючи в циклі показник λ_i для фіксованого x , отримують, якщо $|x - \lambda_i| \leq 180$, то

$$p_i = |x - \lambda_i|, \text{ інакше } p_i = 360 - |x - \lambda_i|;$$

- розраховується сума всіх відхилень від величини X :

$$S_n = \sum_{i=0}^n p_i; \quad (5)$$

- змінюються в циклі всі значення X від 0 до 359 градусів з кроком в 1 градус і обчислюється значення S_n для кожного значення X ;

- визначається мінімальне значення S_n для всіх значень X і відповідне йому значення X .

Отримане значення є шуканою величиною напрямку вітру, яка відхиляється від масиву миттєвих значень на мінімальну величину.

Якщо напрямок вітру дорівнює 360 градусів, то цей напрям приймається рівним 0 градусів.

3. Висновки

- Отримані залежності є достовірною апроксимацією експериментальних даних і можуть застосовуватися для визначення можливих зон зараження.

- Середньозважене значення напрямку вітру відповідно до алгоритму, що запропонований, може з достатнім ступенем вірогідності використовуватися для прогнозу зон ураження за умови коректного вибору часу усереднення та отримання вхідного масиву миттєвих значень напрямків вітру від декількох датчиків, призначених для фіксування ландшафтних погодних умов.

- Використання розроблених моделей вирішує задачу отримання достовірного прогнозу розвитку небезпечних факторів аварії та є основою для створення ефективних програмних засобів прикладної інформаційної технології підтримки прийняття рішень при техногенних катастрофах.

Л і т е р а т у р а

1. Руководящий документ. Методика прогнозирования масштабов заражения сильнодействующими ядовитыми веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте. РД 52.04.253-90 от 21.05.90 г. – Л.: Гидрометеоздат. – 1991. – 23 с.
2. Берлянд М. Е. Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы / М. Е. Берлянд // – Л.: Гидрометеоздат. – 1985. – 272 с.
3. Суттон О. Г. Микрометеорология: исследование физических процессов в нижних слоях атмосферы / О. Г. Суттон // Л.: Гидрометеоздат. – 1958. – 356 с.
4. Ньюста Ф. Т. М. Атмосферная турбулентность и моделирование распространения примесей / Под ред. Ф. Т. М. Ньюстада и Х. Ван Доста. – Л.: Гидрометеоздат. – 1985. – 351 с.
5. Методики оценки последствий аварий на опасных производственных объектах : сб. док. – М. : Гос. унитарное предприятие «Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России», 2004. – 208 с. - Сер. 27. - Вып. 2

References

1. Rukovodjashhij dokument. Metodika prognozirovanija masshtabov zarazhenija cil'nodejstvujushhimi jadovitymi veshhestvami pri avarijah (razrushenijah) na himicheski opasnyh objektah i transporte. RD 52.04.253-90 ot 21.05.90 g. – L.: Gidrometeoizdat. – 1991. – 23 s.
2. Berljand M. E. Prognoz i regulirovanie zagraznenija atmosfery / M. E. Berljand // – L.: Gidrometeoizdat. – 1985. – 272 s.
3. Sutton O. G. Mikrometeorologija: issledovanie fizicheskikh processov v nizhnih slojah atmosfery / O. G. Sutton // L.: Gidrometeoizdat. – 1958. – 356 s.

4. N'justa F. T. M. Atmosfernaja turbulentnost' i modelirovanie rasprostraneniya primesej / Pod red. F. T. M. N'justada i H. Van Dopa. – L.: Gidrometeoizdat. – 1985. – 351 s.
5. Metodiki ocenki posledstvij avarij na opasnyh proizvodstvennyh objektah : sb. dok. – M. : Gos. unitarное predpriyatije «Nauchno-tehnicheskij centr po bezopasnosti v promyshlennosti Gosgortehnadzora Rossii», 2004. – 208 s. - Ser. 27. Vyp. 2.

Сафонова С. А. Определение количественных показателей опасности в информационной технологии поддержки принятия решений в чрезвычайной ситуации

В статье предложена методика получения параметров прогноза развития аварийной ситуации, связанной с выбросом опасных химических веществ в парогазовой фазе в атмосферу с учетом реальных текущих условий выброса. Приведен расчет сектора отклонений прогнозируемого заражения и определения зоны возможного поражения. Достоверность предложенных методов подтверждена результатами верификации. Предложенная методика применяется для создания эффективных программных средств прикладной информационной технологии поддержки принятия решений при техногенных катастрофах.

Ключевые слова: аварийная ситуация, информационная технология, математическое моделирование, сектор отклонений, зона поражения.

Safonova S.A. Quantification of danger in the information technology for support decision-making in an emergency situation

It is considered the technique to obtain prediction parameters of development of emergency involving ejection of dangerous chemical substances while in a vapour and gas phase into the atmosphere under the real current ejection conditions. An example to calculate deflection sector of predicted contamination and to evaluate the possible contaminated area is given.

The validity of the proposed methods is confirmed by the results of verification. The proposed methodology is applied to create effective software application of information technology to support decision-making man-made disasters.

Keywords: emergency, information technology, mathematical computer modeling, sector of deviations, affected area.

Сафонова Світлана Олександрівна – к.т.н., доцент кафедри комп'ютерної інженерії, Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля. safonovasa@ukr.net

Рецензент: Суворін О. В. - д.т.н., доцент.

Стаття подана 22.01.2015